المنشآت المعدنية :

المنشآت المعدنية هي المنشآت التي تتكون من ألواح الصلب، وهذه المنشآت تتميز بقوتها وقدرتها على تحمل ضغط الأجسام الصلبة والثقيلة.

المنشآت المعدنية هي :

منشآت تتكون بشكل أساسي من الصلب، وتعد من أهم أنواع المباني، وتأتي في المركز الثاني من حيث انتشارها بعد المباني الخرسانية، حيث تدخل تلك المنشآت المعدنية في إنشاء الكباري والجسور والأنفاق وجسور السكك الحديدية بسبب صلابتها وقدرتها على تحمل السيارات والقطارات الثقيلة التي تعبر خلالها.

مزايا استخدام الحديد

- مقاومة الحديد العاليةحيث ان مقاومة الحديد عالية وأكبر من مقاومة الخرسانة بالأضافة لوجود خواص تميزة عن الخرسانة مثل المطاوعة
- سهولة وسرعة الانشاء وذلك لان المنشأت المعدنية كل عناصرها سابقة التصنيع

- كثافة الحديد أقل من الخرسانة وبالتالي تكون اخف من مثيلاتها من المنشات الخرسانية
- لا يحتاج لشدات اثناء الانشاء
- امكانية فك المبنى ونقلة من مكان الى اخر
- سهولة عمل امتداد للمباني القائمة

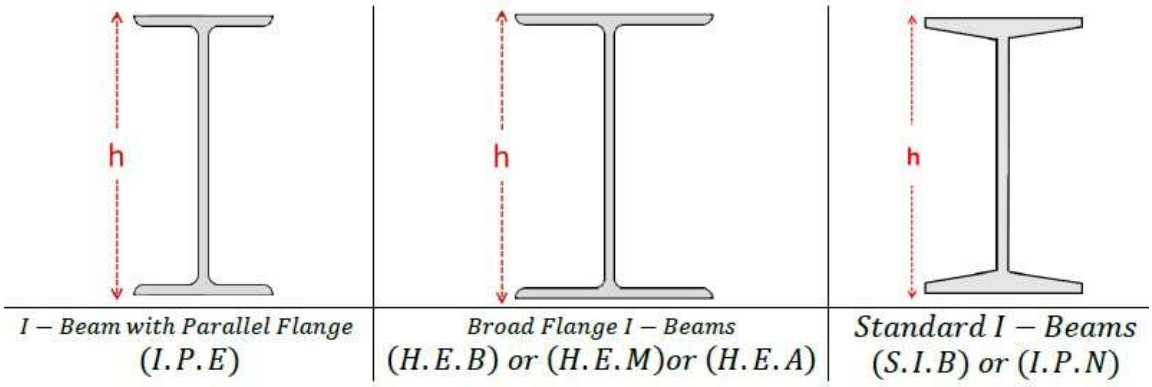
عيوب استخدام الحديد

- امكانية تعرضه للصدأ وبالتالي يضعف تحملة مع الوقت
- مقاومة الصلب المستخدم للحرائق ضعيفة خاصة بعد درجة حرارة 500 درجة مئوية وينصهر تماماً عند 1200 درجة لذا يجب تغطيته بطبقة مقاومة للحريق كالخرسانة بسمك 3 سم لزيادة قدرته على مقاومة الحريق.
- تكلفة صيانة مرتفعة لحماية الحديد من العوامل الخارجية المختلفة

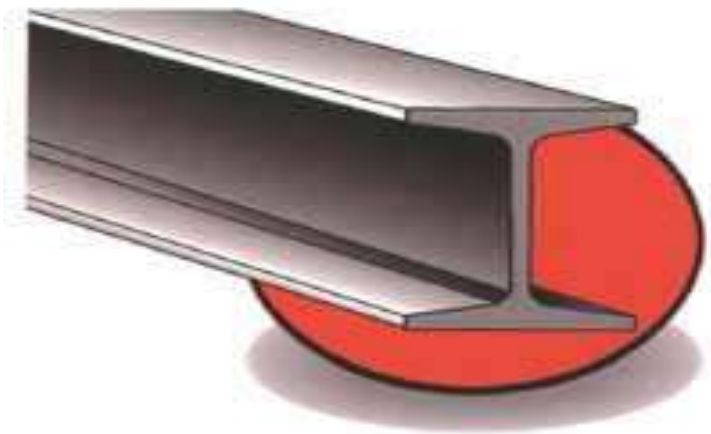
انواع القطاعات

1- Hot Rolled Sections قطاعات يتم تشكيلها على الساخن

ويتم انتاجها بدرفلة الحديد الساخن على مراحل ويوجد منها العديد من الأشكال حسب الحاجه اليها هذه القطاعات تُعرف بالارتفاع الكلي للقطاع, فمثلا $I.P.E$ 400 يعني ان الارتفاع الكلي 400 مم



-Standard I Beam الكمره القياسيه



الكمره عريضه الشفه – Broad (Wide) Flange I Beam

وتتميز بالشفه العريضه ويصل ارتفاعها الي 1000 مم

- متي نستخدم HEB وامتي IBE :

HEB لما يكون القطاع عليه straining actions 2 زي ال M+Q

او M+N زي الاعمدة

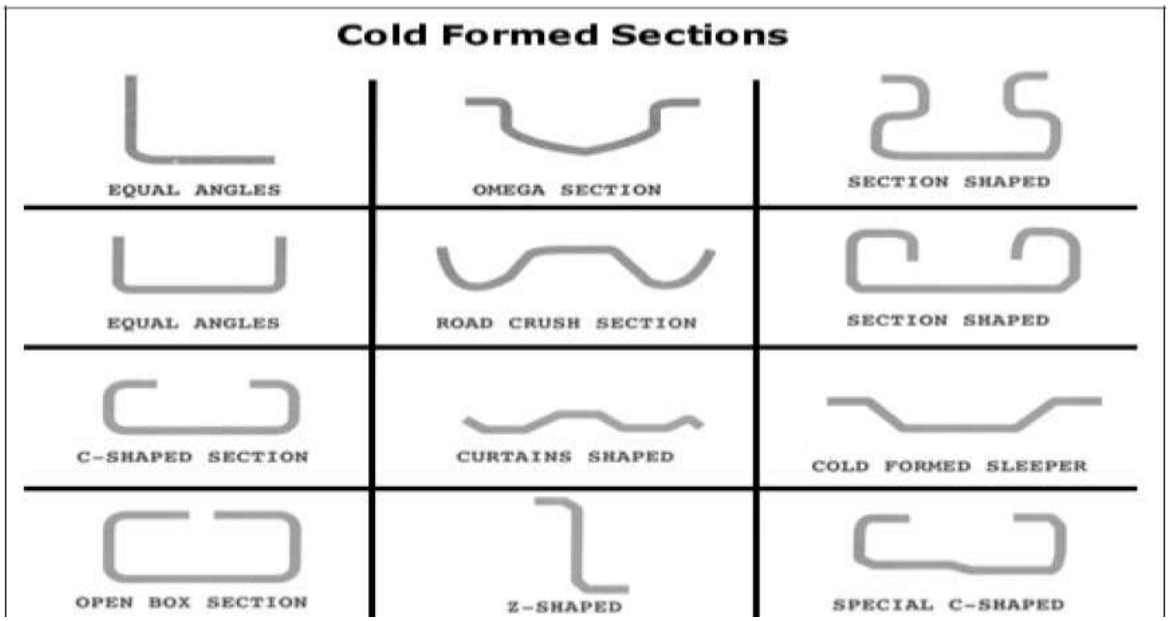
IBE لما يكون القطاع عليه straining actions 1 زي ال M

(زي كونكشن رافتر –رافتر)

عادة الرافتر بناخدها IBE لان عليها مومنت فقط

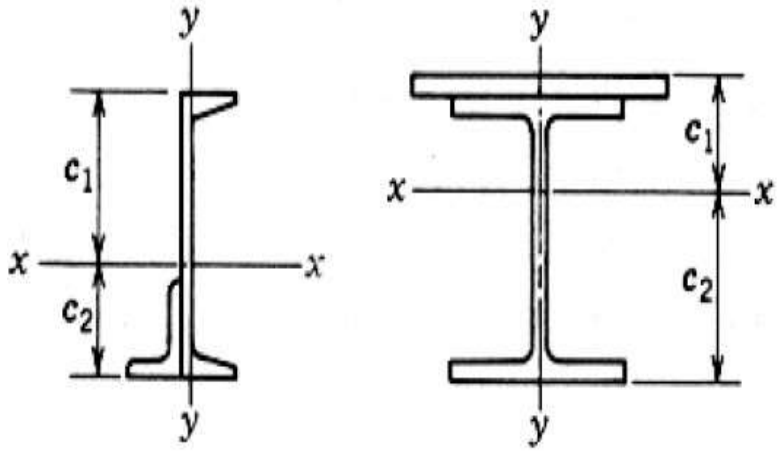
قطاعات يتم تشكيلها على البارد 2-Cold Formed Sections

وهي تعطي حريه اكبر في تشكلها وهي خفيه الوزن



3- Built-up Sections قطاعات تتكون من الواح ملحومه

القطاعات المركبة تتكون من عنصرين أو أكثر لتشكيل قطاع مركب



-امتي نستخدم الفريم وامتي التراس :

الفريم لحد 20 م .....من 20 - 40 م التراس لانه كلما زاد البحر كلما زاد العمق وتكون ميزه ال truss انه من الممكن ان يكون له عمق كبير ومفرغ في المنتصف وبالتالي يقل وزنه ويخف الاحمال.

- دائما يتم وضع ال truss في الاتجاه الصغير
- المسافه بين ال truss والاخر من (5-8) متر

معايير استخدام نظام الإطا ا رت frames:

1- يستخدم في تغطية البحور الكبيرة قد تصل إلى 20 متر

2- لا يسمح فيها بتواجد الأعمدة الداخلية

3- من ممكن جعل السقف منطبق مع ال girder من أعلى ومن أسفل.

4- المسافات البينية بين ال frames من 6:4 متر على امتداد الجانب الطويل.

5-عرض ال frames = 30- 40 سم .

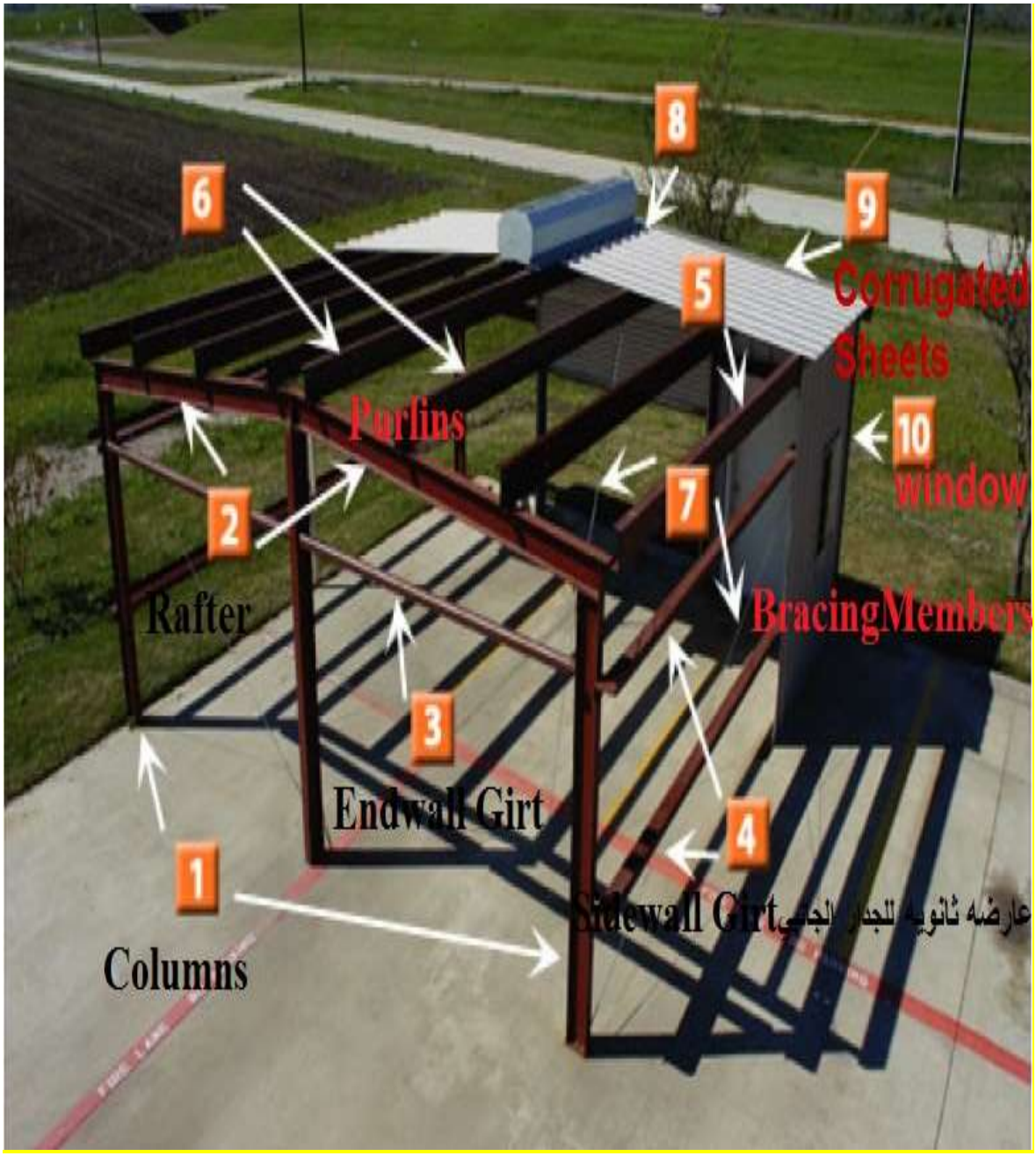
6- هياكل ال frames عبارة عن مجموعة روافد أو أعمدة متصلة مع ال girder اتصال قوي .

7 - يمكن استخدام ال frames مع ال girder الأفقية في البحورمن 12- 15 م .

8- يمكن استخدام ال - frames مع ال girder المنكسرة في البحور من 15- 18 م .

9- في حالة المنشات القشرية ذات البحور اكبر من 24 م يتم استخدام ال frames مع الgirder المنحنية مع وجود شدادت في الفراغات .

المنشآت المعدنيه تتكون من العناصر الآتيه



1- قد يكون (Truss او Frame) يكون بحره (L) ويتكرر كل مسافة معينه (S) ويُستخدم ال Frame حتي بحر يصل ل 20 م , وعند زيادة البحر يتم استخدام Truss

2- Purlins عباره عن كمرات حديد ثانويه تسمي مدادات تحمل فوقها ال corrugated sheets وتوضع بشكل عمودي على المنشأ الرئيسي وتتكرر كل مسافات معينه وقطاعها يكون C Channel

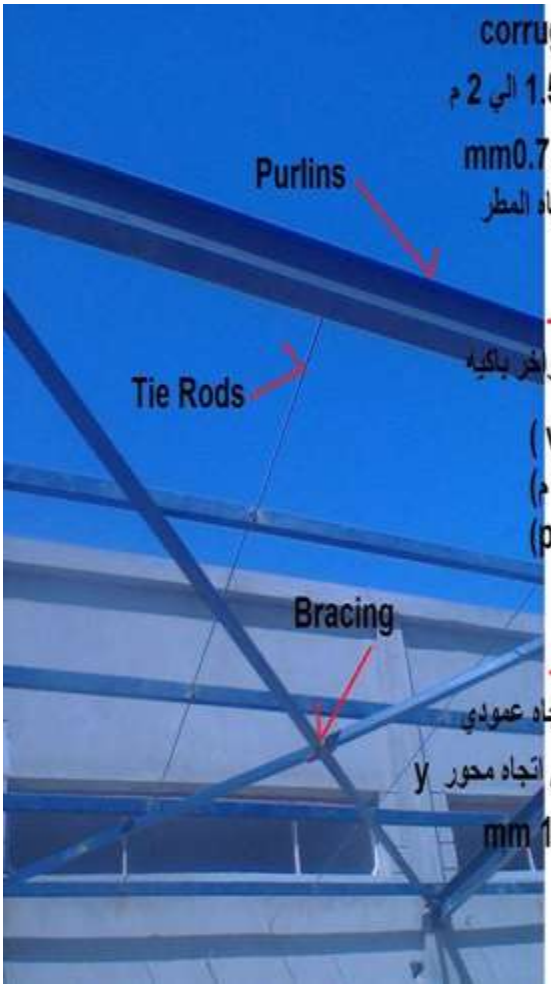
- المسافة بينهم من (1.5 - 2) م ومسافات متساوية .

- ممكن تصغر قطاع ال Purlins عن طريق عمل tie rod

3- الصاج (Corrugated Sheets) عباره عن صاج رقيق مدرفل بسمك يتراوح بين 0.5 الى 0.7 سم (ووزنه خفيف يستخدم لتغطية سقف المصنع حيث يكون السطح غير مستغل ويتميز بأن وزنه) 6 كجم \م2 وتكون مائله بعرض المصنع لتصريف مياه المطر

4- Tie Rods عباره عن اسياخ حديد يتم ربطها في ال Purlins في اتجاه عمودي عليها وذلك لان استخدام قطاعات ال C Channel في

ال Purlins تعطي قيمه sx كبيره وقيمه sy صغيره فتكون قيمه my كبيره ولتقليلها وتسييف القطاع نستخدم ال Tie Rods



ال purlin عباره عن كمرات حديد تحمل فوقها ال corrugated sheets
وتوضع عموديه علي ال main systemوتكون المسافه بينها من 1.5 الي 2 م
وال Corrgated sheetsعباره عن صاج رقيق بسمك من0.5 الي 0.7mm
ووزنه حوالي 6 كجم \ متر مسطح وتكون مائله بالعرض لتصريف مياه المطر
ويكون الميل في حدود 1 : 5 - 20

ال Bracing (نهايز) يتم وضعها للحفاظ علي اتزان المنشأ في اول وأخر باكيه
لتحمل ونقل احمال الرياح الي النهايز الراسيه (vertical bracing)
والتي تقوم بنقلها الي التربه او القاعده وهي تتكرر كل (25 - 30 م)
اما باقي البواكي فيتم تأمينها بواسطه المدادات الافقيه (purlin)

ال Tie rods عباره عن اسياخ حديد يتم ربطها في ال purlinفي اتجاه عمودي
عليها وهي تعتبر ركيزه للمدادات الافقيه وهي تقلل من قيمه العزوم في اتجاه محور y
وال tie rod عباره عن سيخ معرض لقوه شد واقل قطر له هو قطر 12 mm

5- Bracing (نهايز) المنشأ الرئيسي يستطيع مقاومة الاحمال الواقعه عليها فى مستواها سواء كانت احمال افقيه او رأسيه ولكن فى حالة التأثير بأحمال خارج المستوى يعتبر ال Main System غير متزن وينهار وهي نوعان :

1- horizontal bracing

- اللي بيبقي فوق التراس علي شكل حرف X ووظيفته مقاومة الاحمال العمودية علي التراس لانه مش بيعرف يقاومها(احمال الرياح).

- بيتحطفي اول واخر باكية وفي النص ايضا.

- بنحطه كل من(25-30) متر ...يعني اقصي مسافة مسموح منحطش فيها هي 30 متر.

2- Vl bracing:

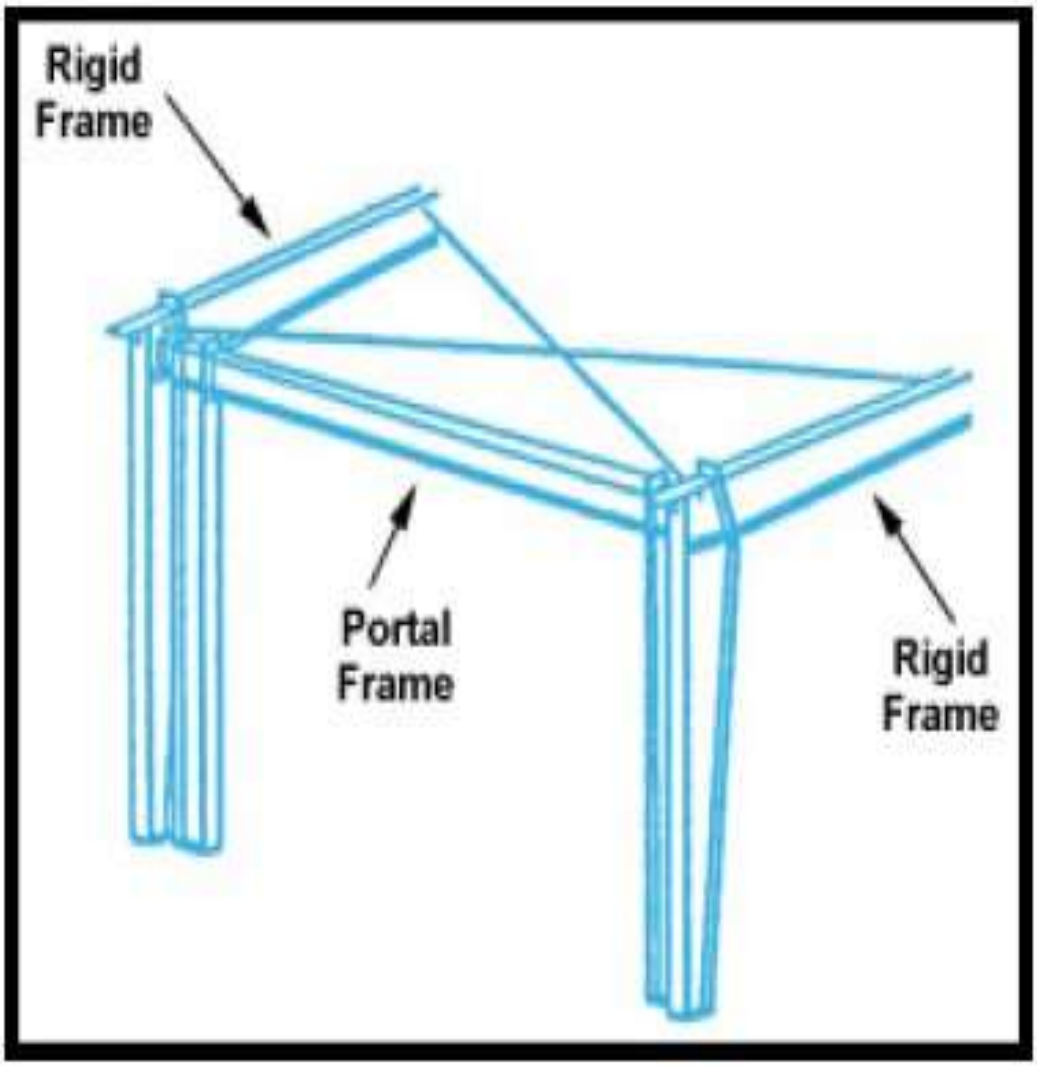
-وظيفته نقل الاحمال من ال hz bracing للارض-يعني مالاخر يوم مايبقي في hz bracing هتلاقي Vl bracing تحتيه عشان ينقل الحمل

-لو عندك مصنع كبير وفي اعمدة جوة المصنع متحطش فرتكال بريسنج جوة لانها هتعيق الحركة ...ساعتها هينوب عنها البورتال فريم (بينقل الاحمال للارض من غير ميعوق الحركة)

Portal frame-:

- عبارة عن عمود و rafter ويمكن ان يحل محل ال vl bracing في حالة احتياج الي فتحة لمرور سيارة تحت من جانب المصنع

(hz bracing تحته ال portal frame)

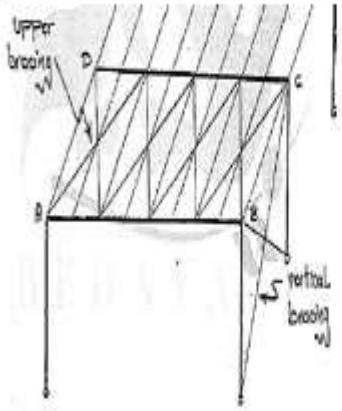


Horizontal Bracing

يتم وضعها للحفاظ على اتزان المنشأ في أول وآخر باكيه لنقل أحمال الرياح الى الـ Vertical bracing ويتم تأمين باقي الباكيات بواسطة المدادات (purlins) ويتكرر كل 25-30م

يتم ربط كل باكيه او باكيتين ببعض مع ملاحظة عدم الباكيات الوسطيه كما بالشكل

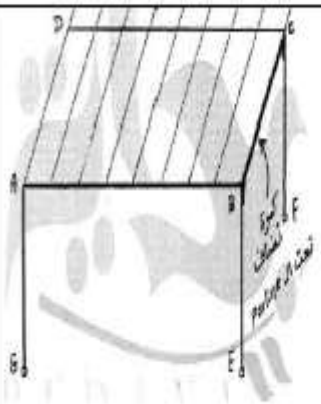
Vertical Bracing



تقوم بنقل احمال الرياح من الـ Horizontal Bracing الى القواعد وتوضع بين الاعمده عند كل H.W Bracing

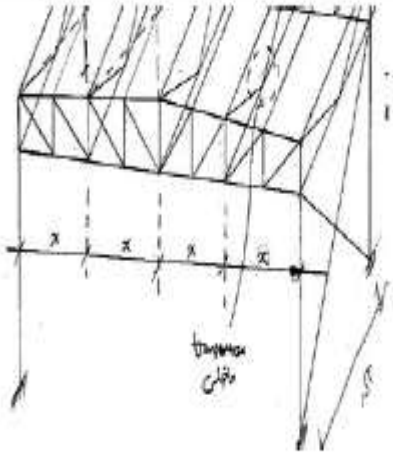
وفى حالة اذا زاد الارتفاع عن 6م ، يستخدم Horizontal Member فى منتصف الاعمده لتقليل الـ Buckling

Portal Frame



يقوم بنفس وظيفة الـ Vertical wind Bracing ويستخدم عند الحاجه الى فتحة باب فى باكيه يتم استخدام V.W Bracing

Longitudinal Bracing



يستخدم فى الـ Truss فقط لزيادة الـ Stability والا يستخدم فى الـ Frame

6- Bolts المسامير

- انواع المسامير حسب الرتبه

Bolted Grade	ordinary bolt					high strength bolt	
	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
Fyb (t\cm2)	2.4	3.2	3	4	4.8	6.4	9
Fub (t\cm2)	4	4	5	5	6	8	10
	mild steel					High tensile steel	

- ملحوظه هامه علي قيمه ال Bolted Grade في الجدول:

يعبر الرقم الاول في ال Bolted Grade علي قيمه ال Fub

وبضرب الرقم الاول في الثاني في ال Bolted Grade نحصل علي قيمه ال Fyb

- دائما في الحسابات نكتب ال Bolted Grade مع قطر المسمار

كالتالي : 8 M16 \ 8.8

عدد المسامير = 8 & قطر 16 مم = M16

$8.8 = F_{ub} = 8t\backslash cm2$ $F_{yb} = 6.4\ t\backslash cm2$

Clearance in Holes

يتم عمل فتحة فى الـ *members* التى تربط بمسامير بحيث تكون الفتحة أكبر قليلا من قطر المسمار أى يتم ترك *Clearance* حول المسمار :

M12 & M14 ⟹ *Clearance = 1 mm*

from M16 to M24 ⟹ *Clearance = 2 mm*

for M27 and larger ⟹ *Clearance = 3 mm*

ـ اقل واقصي مسافة بين المسامير :

ـ اقصي مسافة بين المسامير : 14t min.....او 20 سم & 6 فاي

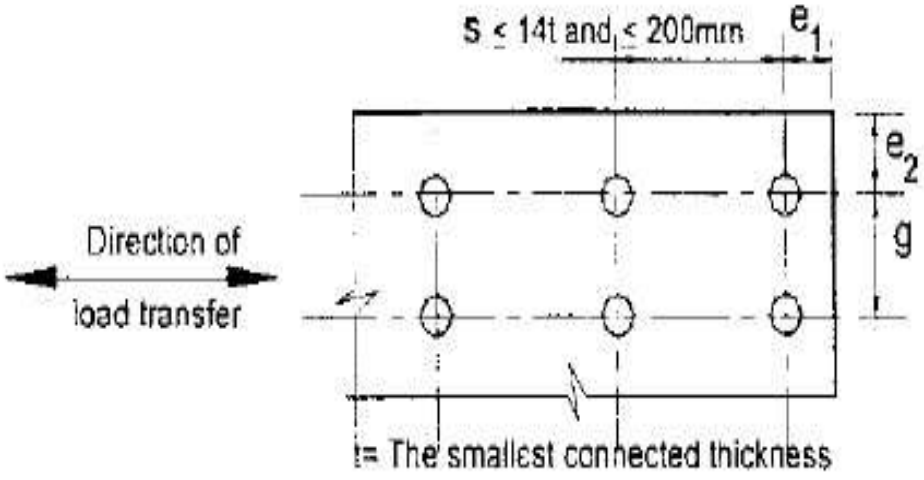
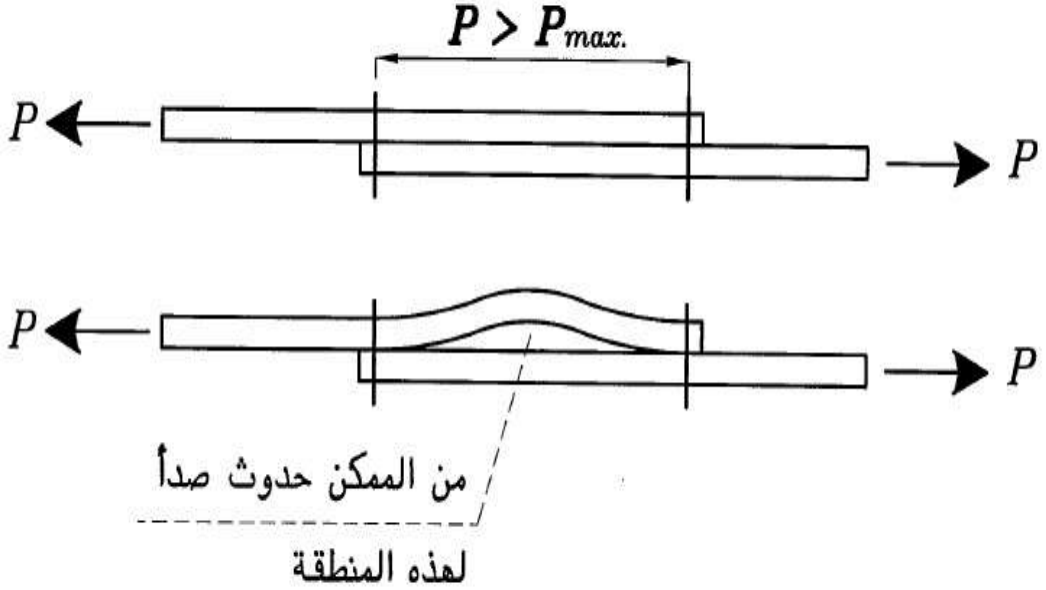


Figure (6.1) Spacing in Tension or Compression Members

Maximum Pitch

الهدف من وجود *Maximum Pitch* هو منع حدوث صدأ بين الـ *Plates* اذا زادت المسافة بين مسمارين متتاليين عن الـ *Minimum Pitch*

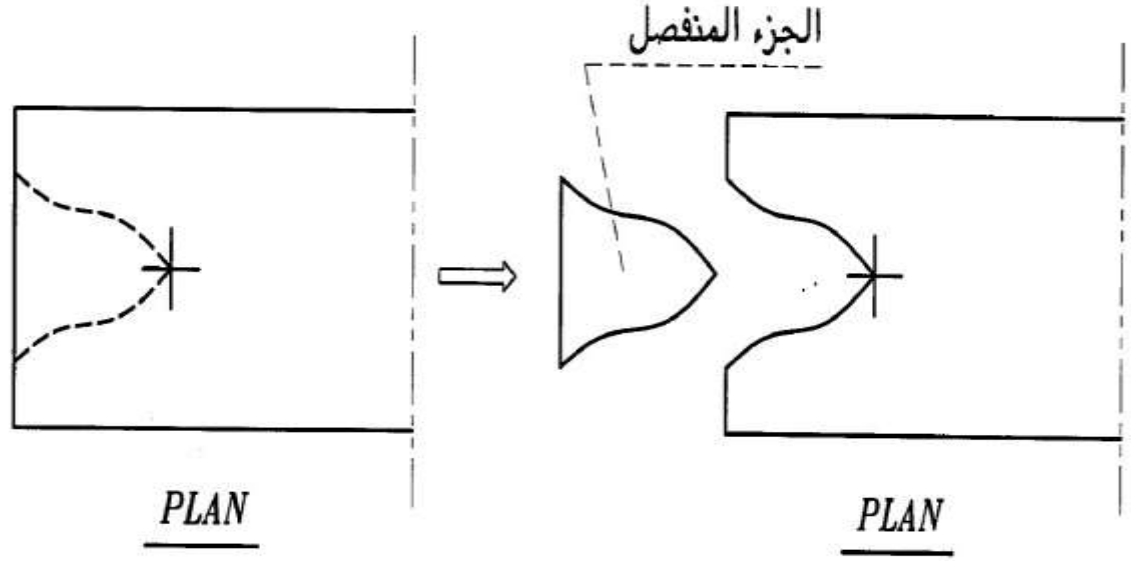


و فى حالة زيادة المسافة بين المسامير عن الـ *Minimum Pitch* فان هذا ايضا يؤدى الى عدم انتظام توزيع الـ *Forces* على المسامير.

- المسافة بين طرف الزاوية واول مسمار (edge) = 1.5 قطر المسمار موضح بالشكل السابق (1-6) (e1 – e2)

Minimum Edge Distance

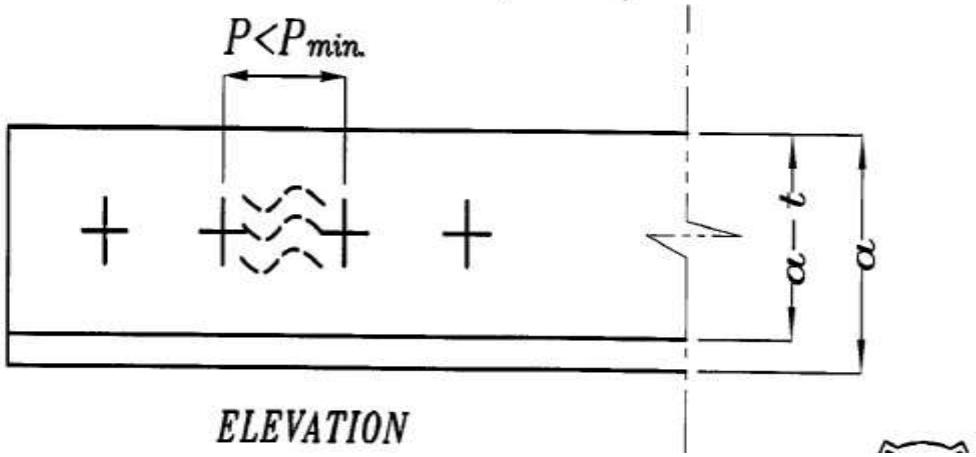
الهدف من وجود *Minimum Edge Distance* هو منع حدوث قطع فى الـ *Plate* بالشكل التالى. و انفصال جزء من الـ *Plate*

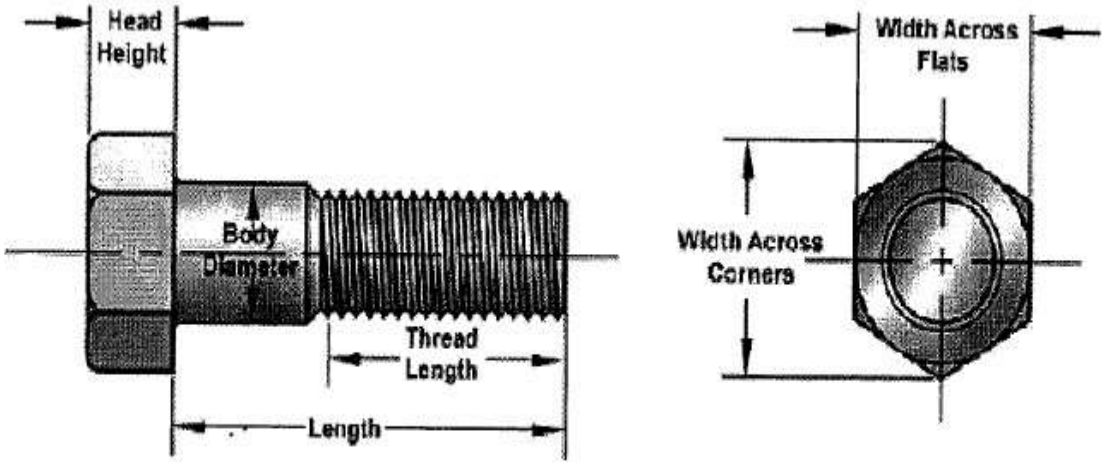


- واقل مسافه بين المسامير (pitch)= 3 فاي

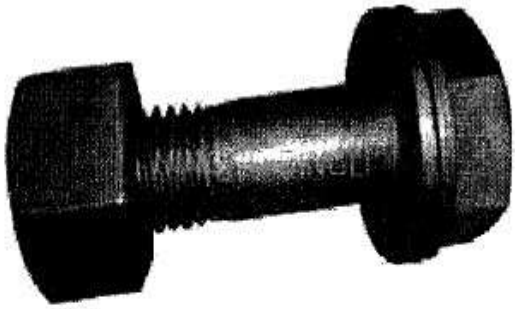
Minimum Pitch

الهدف من وجود *Minimum Pitch* هو منع تمزق ال *Plate* بين مسمارين متتاليين فى حالة عدم الالتزام بال *Minimum Pitch* .





a- Bolt Dimensions



b-Bolt with Threads Execluded

c-Bolt with Threads Included

- لو عاوز اختبر ربط المسامير فى الوصلات بتاعته - المفروض فيه مفتاح بيقيس عزم ربط المسمار - المفتاح او الجهاز ده اسمه مفتاح عزم (تورك رنش) wrench torque او torque device

فايدة المفك إنه يوزن قوة الشد للمسامير و الصواميل وضمان شد جميع براغي الرأس بنفس القوة وشدها بالقوة الموصى بها وهي حسب الجدول المرفق .

طبقا للكود المصري

Table 8.3 Properties and Strength of High Strength Bolts (Grade 10.9*)

Bolt Diameter (d) mm	Bolt Area (A) cm^2	Stress Area (A_s) cm^2	Pretension Force (T) tons	Required Torque (M_a) kg.m	Permissible Friction Load of One Bolt Per One Friction Surface (P_s) tons							
					Ordinary Steel Work				Cranes			
					St. 37&44 (μ=0.4)		St. 52 (μ=0.5)		St. 37&44 (μ=0.4)		St. 52 (μ=0.5)	
					Cases of Loading**				Cases of Loading**			
					I	II	I	II	I	II	I	II
M12	1.13	0.84	5.29	12	1.69	2.01	2.11	2.52	1.32	1.56	1.65	1.95
M16	2.01	1.57	9.89	31	3.16	3.37	3.95	4.71	2.47	2.92	3.09	3.66
M20	3.14	2.45	15.43	62	4.93	5.90	8.17	7.36	3.85	4.56	4.82	5.71
M22	3.80	3.03	19.08	84	8.10	7.27	7.63	9.10	4.77	5.65	5.96	7.06
M24	4.52	3.53	22.23	107	7.11	8.45	8.89	10.60	5.55	8.58	8.94	8.22
M27	5.73	4.59	28.91	157	9.25	11.03	11.56	13.78	7.22	8.55	9.03	10.70
M30	7.06	5.61	35.34	213	11.30	13.48	14.13	18.86	8.83	10.46	11.04	13.07
M36	10.18	8.17	51.47	372	18.47	19.64	20.58	24.55	12.86	15.24	18.08	19.05

$T = (0.7)\, F_{yb}.A_s \quad M_a = 0.2\, d.T \quad P_s = \phi\, \mu\, T / (F.S)$

* For HSB grade 8.8, the above values shall be reduced by 30%

** **Case I:** Primary stresses due to dead load + live loads or superimposed loads + dynamic effects + centrifugal forces.

Case II: Primary and additional stresses due to Case I + wind loads or earthquake loads, braking forces, lateral shock effect, change of temperature, frictional resistance of bearings, settlement of supports in addition to the effect of shrinkage and creep of concrete.

Classes de fixation selon DIN 267

درجة القساوة وفقا للمواصفة DIN 267

Diamètre القطر	3,6	4,6	5,6	4,8	5,8	6,6	6,8	8,8	10,9	12,9	14,9
	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر	Nm نيوتن متر
M6	2,7	3,6	4,5	4,8	6,0	5,4	7,2	9,7	13,6	16,2	18,9
M8	6,6	8,7	11,0	11,6	14,6	13,1	17,5	23,0	33,0	39,0	46,0
M10	13,0	17,5	22,0	23,0	29,0	26,0	35,0	47,0	65,0	78,0	92,0
M12	22,6	30,0	37,6	40,0	50,0	45,0	60,0	80,0	113,0	135,0	158,0
M14	36,0	48,0	60,0	65,0	79,0	72,0	95,0	130	180	215	250
M16	55,0	73,0	92,0	98,0	122	110	147	196	275	330	386
M18	75,0	101	126	135	168	151	202	270	380	450	530
M20	107	143	178	190	238	214	286	385	540	635	750
M22	145	190	240	255	320	290	385	510	715	855	1010
M24	185	245	310	325	410	370	490	650	910	1100	1290
M27	275	365	455	480	605	445	725	960	1345	1615	1900
M30	370	495	615	650	820	740	990	1300	1830	2200	2600

Ces valeurs sont valables à un coefficient de frottement μ = 0,12 et en utilisant la limite de contrainte de 90 %. N.B. : ces valeurs sont arrondies.

تسري هذه القيم عند معامل احتكاك μ = 0.12 ومع استخدام نقطة خضوع واضحة بنسبة 90% ملاحظة: القيم المذكورة مقربة لأقرب قيمة.

7- Welded Connections

- يعتبر اللحام افضل من المسامير في الاتصال لأن اللحام يجعل الاجزاء المربوطه تعمل كأنها قطعه واحده بدون وجود فراغات كما في المسامير واللحام عباره عن تعريض جزئين منفصلين من الحديد لدرجه حراره عاليه.

- اكبر سمك للحام :

لايزيد عن اكبر تخانة موجودة للعناصر الملحومة ...يعني لو هتلحم كمرة رافتر مع عمود ...وبتلحم الويب ...يبقي اللحام عند الويب ده ميزيدش عن تخانة الويب .....وعند الفلانجة تخانة اللحام لاتزيد عن سمك الفلانجة (السمك الاقل للجزئين المربوطين معا)

اقل سمك للحام :

- طبقا للكود لا يقل سمك اللحام في المنشأت عن 4 مم ويفضل 5 مم ولا يقل عن 6 مم في الكباري

- اكبر طول للحام

طبقا للكود اكبر طول للحام = 70S **(70 مره سمك اللحام)**

- اقل طول للحام

طبقا للكود اقل طول للحام = 5سم او 4 مرات سمك اللحام

Allowable stress in fillet weld من الكود

قيمة الـ Allowable stress ثابتة لكل أنواع الـ stress أى الـ Compression و الـ Tension و الـ Shear

$$F_{all.} = 0.2\ F_u$$

حسب نوع الحديد St. 37 $\Longrightarrow 3.6 t\backslash cm^2$

$$F_{all.} = 0.2\ F_u = 0.2 * 3.6 = 0.72\ t\backslash cm^2$$

For St. 37

لو اللحام عندك مش مسيف تعمل ايه ؟

1 -تزود سمك اللحام

2 -تعلي grade اللحام (جريد الحديد المستخدم فاللحام)

3 -تطول البليت فيزيد طول اللحام (في حالة التراس) لان البليت الرابط مع الزاوية نفس طول البليت اللي تحته الملحوم فيه

4 -تحط stiffeners ....فيودي لزيادة مساحة اللحام زي كده :

Rafters -8 (رافده او عارضه رئيسيه)

- وهي الاعضاء الانشائيه التي تتعرض لاحمال في المستوي العمودي علي محاورها الطوليه وتقاوم عزوم الانحناء وقو القص

Side Girts -9 (كمرات جانبيه)

- تستخدم لتغطية جوانب المنشأ حيث يتم تركيب الكمرات الجانبيه على الاعمده على مسافات 1.5 الى 2.5 متر وتوضع فوقها ال Corrugated Sheets وممكن عمل اول 3 متر ارتفاع بالمباني ثم يتم استكمال باقي الارتفاع بال Corrugated Sheets

وصلات الارتكاز للمنشأت المعدنيه

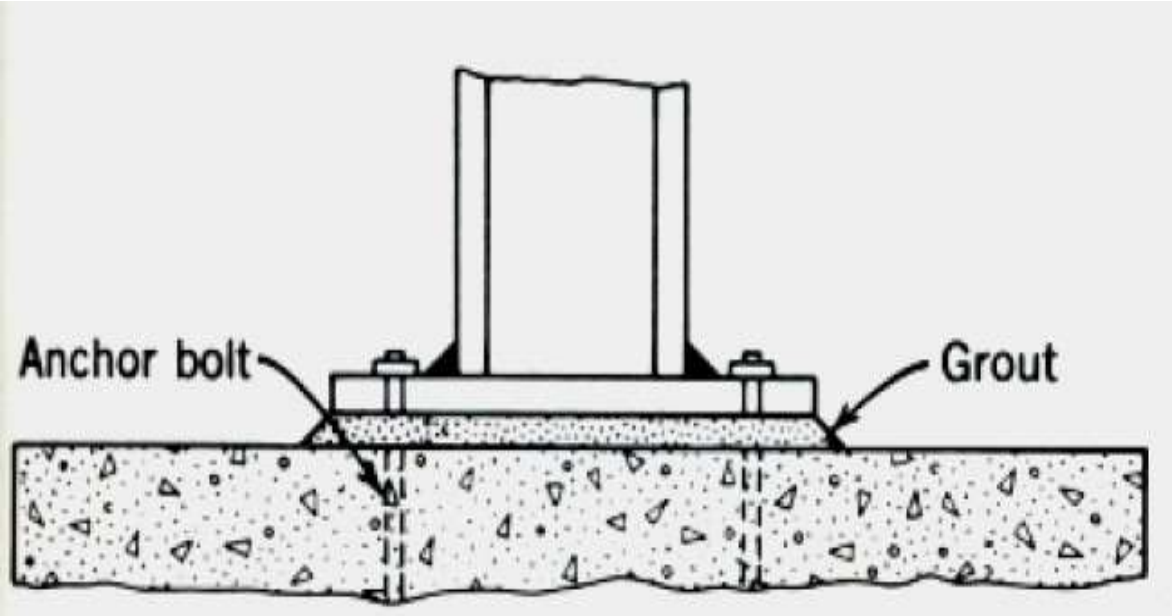
نظرا لان الاجهادات المسموح بها في الصلب , أكثر بكثير من تلك المسموح بها في الخرسانة , لذلك وجب توزيع هذه القوى و الاجهادات التي تتركز عند قدم العامود عن طريق قاعدة من الصلب إلى الأساسات الخرسانية, و يثبت العمود باللحام عادة في هذه القاعدة .

انواع الوصلات عند القواعد :

هناك نوعين من الوصلات (الواح قواعد الاعمدة) عند القواعد :

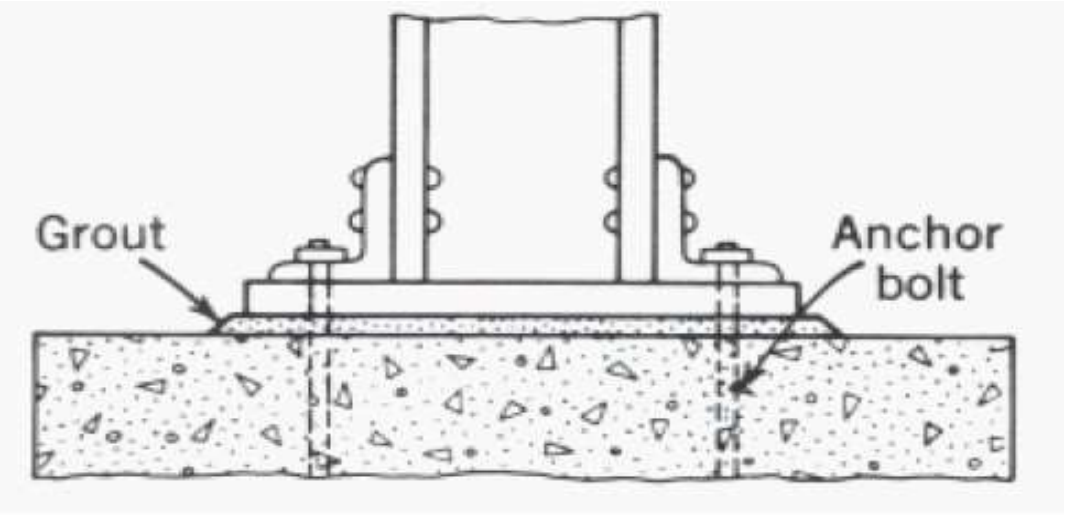
1- لوح قاعدة عمود بدون الواح تقوية **Base Plate without Gusset Plates**

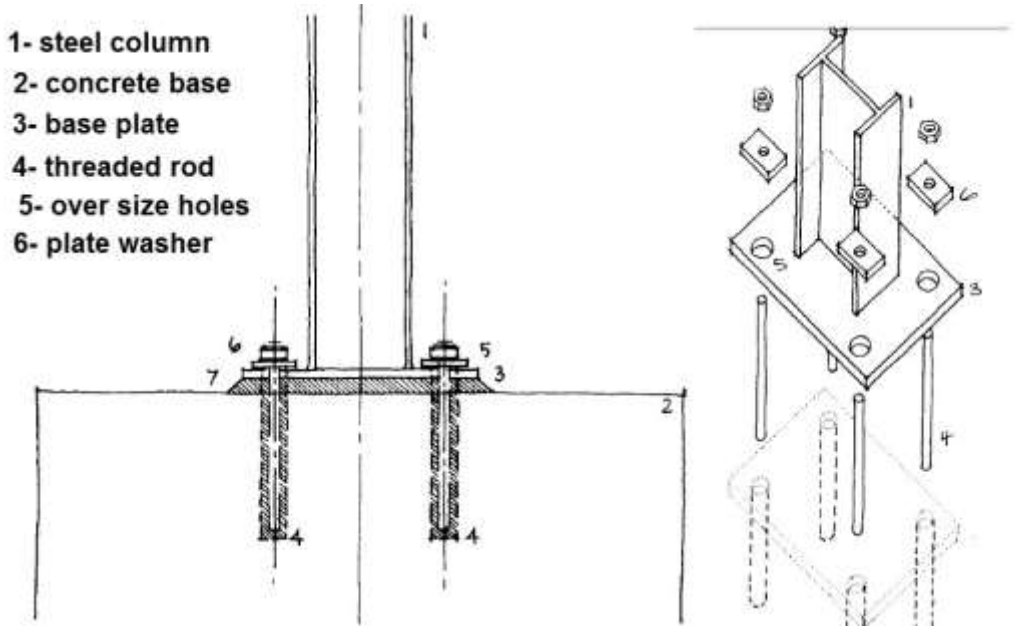
- بالنسبة الى الاعمدة لاحمال خفيفة فيستخدم لوح قاعدة بدون الواح تقوية , فالحمل يحول الى صفيحة القاعدة من خلال سطح الارتكاز .



2- لوح قاعدة بالواح تقوية . Gusseted base

- اما بالنسبة الى الاعمدة الحاملة لاحمال ثقيلة فيستخدم لوح قاعدة مزود بالواح تقوية فالحمل ينتقل الى القاعدة جزء من خلال سطح الارتكاز و الاخر من خلال الواح التقوية .





لاستلام الاعمال المعدنية Steel Structures لابد من اتباع الخطوات التالية

- التأكد من الحسابات الانشائية وتكون هذه المرحلة قبل البدء بالعمل.
- وجود المخططات التنفيذية المعتمدة واية تعديلات تمت عليها.
- التأكد من مقاطع الحديد Sections مطابقة للمخططات المعتمدة من حيث ابعاد المقطع والاطوال.
- التأكد من كل منطقة وصل Joints من حيث عدد البراغي Bolts ونوعيتها Black bolts or Galvanized Bolts)وقطرها وسماكة صفيحة الوصل plates من حيث الابعاد والسماكة والتأكد من الابعاد بين البراغي.
- التأكد من راسيه الاعمدة verticality واستقامتها وكذلك المسافة بين الاعمدة ومنسوب السقف Alignment, Plumb & level
- التأكد من Anchor bolts من حيث قطرها وعددها وانه قد تم تعبئة مادة Grout (Non Shrinkage)تحت صفيحة العمود Base Plate وسماكة وابعاد هذه الصفيحة.
- التأكد من التغطية للسطح من حيث السماكة وشكل المقطع والعزل والبراغي والتباعد بينها والفحص بالماء والتأكد من عدم وجود تسريب للمياه من خلال السقف او الفتحات الموجودة بالسقف.
- التأكد من العزل للجدران وانها مطابقة للتفصيلة في المخططات.التأكد من الدهان لجميع العناصر المعدنية.

- التأكد من انظمة الحماية (اذا كانت مطلوبة تعاقديا)ضد الصواعق او او غيرها من انظمة الحماية .
- التأكد من اطوال اللحام Welding وسماكته ونوعيته.
- التأكد من نظام التدعيم Bracing وانه قد تم حسب المخططات من حيث النوعية والابعاد والسماكة وموقعها.
- التأكد من الابواب والشبابيك وانها مطابقة للمواصفات من حيث الابعاد والنوعية .
- التأكد من شد البراغي للقدر المطلوب ويتم ذلك من خلال جهاز التورك torque Bolts

Steps of design

1-Dead Loads

- Weight of steel Structure (W_{st})

-Assumed W_{st} [30 -50] kg/m2

-Weight of covering material (Wcm)

-Flexible Roof

-Corrugated steel sheets. Wc= [5 -8] kg/m2

-Sandwich panel = [10 -15] kg/m2

-Asbestos(purlins) Wc = [15 -25] kg/m2

-Tiels Wc = [30 -50] kg/m2

- Glass Wc = [20 -40] kg/m2

$W_{d.l}$ = Weight of covering material *a\cosα + O.w of Purlins

a = مسافه التأثير

2-Live Loads

$W_{L.L}$ = L.L *a L.L ≥ 50kg\m^2

L.L = 200 – (300 tanα) للاسطح المستعمله

L.L = 60 – (66.67 tanα) للاسطح الغيرالمستعمله

وغالباً ما تكون الميول المستخدمه فى المنشآت المعدنيه 1:5 أو 1:10 او 1:20

3-Wind

Ww= C*q*K*a

K:Height Factor معامل التعرض,

ويعتمد على ارتفاع المبنى

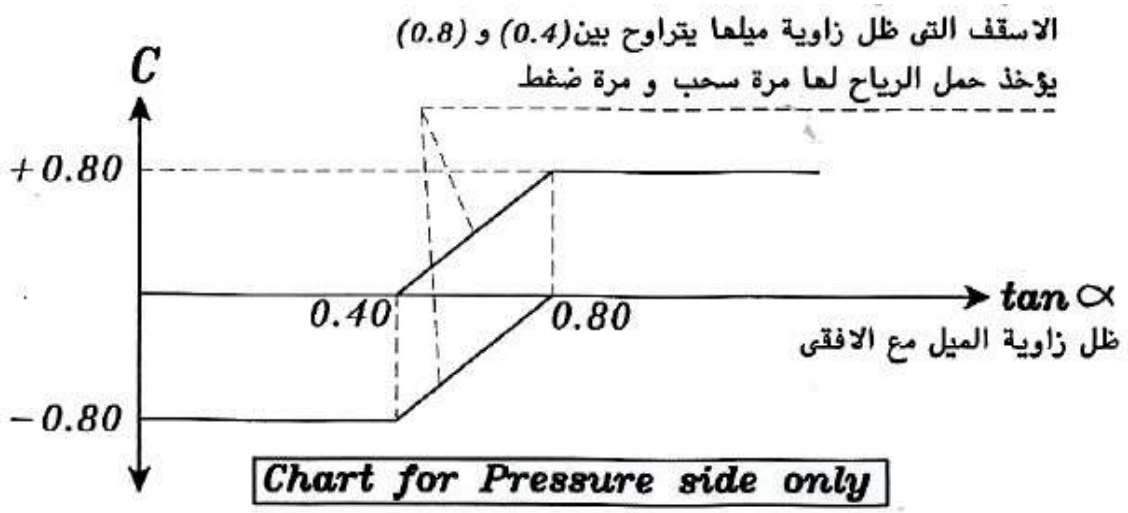
- K :- معامل التعـــرض و يعتمـــد علـى ارتفـــاع المبـــنى

K	Height (m)
1.0	0 ——→ 10
1.10	10 ——→ 20
1.30	20 ——→ 30

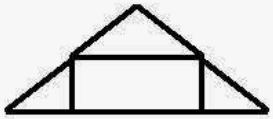
Wind Pressure (q) **ضغط الرياح الاساسي ويعتمد على المكان**

$q\ (kg/m^2)$	المكـــان
70	القـاهرة
80	الاســـكندرية
90	مطروح

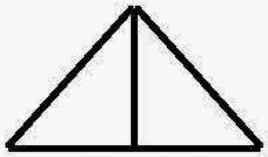
– Wind Factor (c) معامل ضغط الرياح الخارجي على الاسطح



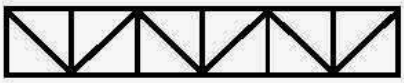
أنواع الجمالونات



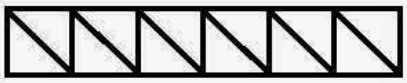
جمالون الملكة
Queen Post Truss



جمالون الملك
King Post Truss

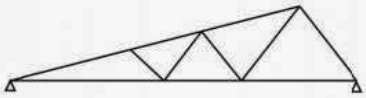


جمالون وارن
Warren truss

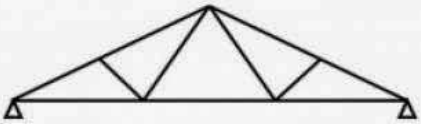


جمالون برات
Pratt truss

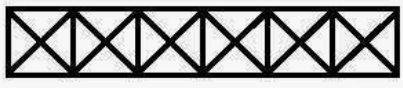
جمالون سن المنشار
Saw-tooth truss



جمالون ضوء الشمال
North light truss



جمالون فينك
Fink truss



جمالون X
X Truss

1- جمالون الملك King truss

جمالون الملك (أو جمالون قائم الملك ، أو قائم الملك) هو جمالون به قائم عمودي وسطي ويستخدم في التصميم المعماري للمباني و الكباري ، و القائم خاضع لاجهاد شد نتيجة حمل الكمرة أدناه من قمة (سنام) الجمالون اعلاه (في حين أن قائم الملك نظريا بالمثل ، يحمل ضلعي السنام العلويين على الكمرة أدناه). جمالون الملك هي الدعامة الأكثر فعالية للأسطح من حيث التكلفة، و أنها تبدو كبيرة عندما تستخدم الشكالات المنحنية و الأضلاع القطرية. وجمالون الملك يحل العديد من المشاكل الانشائية أيضا. فالضلع السفلي يعمل كـ(رباط) للغرفة ، ويمنع الحوائط من الانتشار. جمالون الملك يمكن أن يمتد بحره الى 12 مترا و مسافة 5 متر بين البواكي .

2- جمالون الملكة queen truss

جمالون الملكة (أو جمالون قائم الملكة ، أو قائم الملكة هو جمالون له قائمان عموديان وسطيان و هو مصمم لتغطية بحر أطول من بحر جمالون الملك . جمالون الملك يستخدم قائم وسطي واحد ، في حين يستخدم جمالون الملكة قائمين اثنين . وعلى الرغم من أنهم أعضاء شد ، بدلا من أعضاء ضغط ، فهم لا يزالوا يسمون عادة قوائم.

3- جمالون برات (الجمالون ' N')

يستخدم جمالون برات Pratt truss عادة في المباني ذات البحور الطويلة التى تتراوح ما بين 20 الى 100 متر طولا . في جمالون برات التقليدي ، تكون الأعضاء القطرية فى اجهاد شد بتأثير الأحمال الرأسية . ويستخدم هذا النوع من الجمالون حيث الأحمال الرأسية هي الغالبة (أنظر أدناه إلى اليسار) . ويرد بديل جمالون برات (أدناه من اليمين) حيث الأعضاء القطرية تحت اجهاد شد بتأثير أحمال الرفع . ويستخدم هذا النوع من الجمالون حيث أحمال الرفع هي الغالبة ، مثلما في المباني مفتوحة.

4- جمالون وارن Warren truss

في هذا النوع من الجمالون ، الأعضاء القطرية تحت شد و ضغط بدلا من ذلك . في جمالون وارن الأعضاء الداخلية تحت الضغط و تحت الشد متساوون في الطول ، وأقل أعضاءا من جمالون برات . يمكن استخدام جمالون وارن المعدل في المباني الأكبر بحرا حيث تتطلب كبح إضافي للأعضاء الداخلية (وهذا يقلل أيضا الاجهادات الثانوية) .

وتستخدم جمالونات وارن عادة في المباني طويلة البحر الذى يتراوح ما

بين 20 الى 100 متر في الطول. ويستخدم هذا النوع من الجمالونات أيضا فى الجمالون الأفقي للكمرات العملاقة رافعة الأوناش .

5- جمالون ضوء الشمال

تستخدم جمالونات ضوء الشمال North light truss عادة في المباني الصناعية ذات البحور القصيرة. أنها تسمح بالحصول على أقصى فائدة ممكنة من الإضاءة الطبيعية من خلال استخدام الزجاج على الجانب المنحدر المواجه عادة للشمال أو الشمال الشرقي للحد من الحصول على الطاقة الشمسية . على الجزء الأكبر انحدارا من الجمالون ، من المعتاد أن يكون هناك جمالون يمتد عموديا على مستوى جمالون ضوء الشمال المبين.

استخدام جمالونات ضوء الشمال لزيادة ضوء النهار الطبيعي يمكن أن يقلل من انبعاثات الكربون التشغيلية للمباني على الرغم من أن ينبغي استكشاف تأثيرها باستخدام النمذجة الحرارية الديناميكية . على الرغم من أن ضوء الشمال يقلل من الحاجة إلى الإضاءة الصناعية ويمكن أن يقلل من خطر ارتفاع درجة الحرارة ، من خلال زيادة حجم المبنى فانه أيضا يمكن أن يزيد الطلب على التدفئة . ويعطى دليل تصميم مباني المستودعات المستهدفة صفر طاقة المزيد من التوجيهات.

6- جمالون سن المنشار (أو الفراشة)

وهناك اختلاف بين جمالون ضوء الشمال وجمالون سن المنشار Saw-tooth truss الذي يستخدم في المباني متعددة البواكى . وعلى غرار جمالون ضوء الشمال ، فمن المعتاد أن يشمل الوجه جمالون رأسي يشغل المستوى العمودي على الجمالون سن المنشار كما هو مبين .

7- جمالون X

هناك نوعان مختلفان من الجمالون X Truss X:

- إذا صممت الأعضاء القطرية لمقاومة الضغط ، يصبح الجمالون X يمثل تراكب اثنين من جمالونات وارن إذا تم تجاهل مقاومة الأعضاء القطرية في الضغط، يصبح سلوك الجمالون X هو نفس جمالون برات أكثر استخدامات هذا النوع من الجمالون شيوعا في كمرات الرياح ، حيث الأعضاء القطرية طويلة جدا .

8- جمالون فينك

جمالون فينك Fink truss يوفر قدرا اقتصاديا أكبر من حيث وزن الصلب فى البحور القصيرة ، ولأن الأسطح العلوية شديدة الميل يتم تقسيم الأعضاء إلى عناصر أقصر . هناك العديد من الطرق لترتيب و

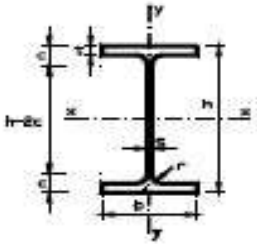
تقسيم الأضلاع والأعضاء الداخلية. ويستخدم هذا النوع من الجمالون عادة لبناء أسطح المنازل.

الجداول

I - BEAMS WITH PARALLEL FLANGES

(I. P. E.)

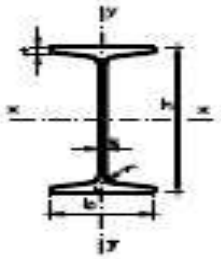
Dimensions and Properties



Sec.	Area	Weight	Dimensions (mm)							x-x			y-y		
No.	(cm^2)	(kg/m)	h	b	s	r	t	c	h-2c	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (cm)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)	r_y (cm)
80	7.64	6	80	46	3.8	5	5.2	10.2	59	80.1	20	3.24	8.49	3.69	1.05
100	10.3	8.1	100	55	4.1	7	5.7	12.7	74	171	34.2	4.07	15.9	5.79	1.24
120	13.2	10.4	120	64	4.4	7	6.3	13.3	93	318	53	4.9	27.7	8.65	1.45
140	16.4	12.9	140	73	4.7	7	6.9	13.9	112	541	77.3	5.74	44.9	12.3	1.65
160	20.1	15.8	160	82	5	9	7.4	16.4	127	869	109	6.58	68.3	16.7	1.84
180	23.9	18.8	180	91	5.3	9	8	17	146	1320	146	7.42	101	22.2	2.05
200	28.5	22.4	200	100	5.6	12	8.5	20.5	159	1940	194	8.26	142	28.5	2.24
220	33.4	26.2	220	110	5.9	12	9.2	21.2	177	2770	252	9.11	205	37.3	2.48
240	39.1	30.7	240	120	6.2	15	9.8	24.8	190	3890	324	9.97	284	47.3	2.69
270	45.9	36.1	270	135	6.6	15	10.2	25.2	219	5790	429	11.2	420	62.2	3.02
300	53.8	42.2	300	150	7.1	15	10.7	25.7	248	8360	557	12.5	604	80.5	3.35
330	62.6	49.1	330	160	7.5	18	11.5	29.5	271	11770	713	13.7	788	98.5	3.55
360	72.7	57.1	360	170	8	18	12.7	30.7	298	16270	904	15	1040	123	3.79
400	84.5	66.3	400	180	8.6	21	13.5	34.5	331	23130	1160	16.5	1320	146	3.95
450	98.8	77.6	450	190	9.4	21	14.6	35.6	378	33740	1500	18.5	1680	176	4.12
500	116	90.7	500	200	10.2	21	16	37	426	48200	1930	20.4	2140	214	4.31
550	134	106	550	210	11.1	24	17.2	41.2	467	67120	2440	22.3	2670	254	4.45
600	156	122	600	220	12	24	19	43	514	92080	3070	24.3	3390	308	4.66

STANDARD I - BEAMS
(S. I. B.) - (I. P. N.)

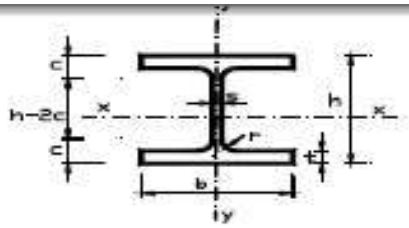
Dimensions and Properties



Sec. No.	Area (cm^2)	Weight (kg/m^{-1})	Dimensions (mm)				x-x			y-y		
			h	b	s	t	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (cm)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)	r_y (cm)
80	7.57	5.94	80	42	3.9	5.9	77.8	19.5	3.2	6.29	3	0.91
100	10.6	8.34	100	50	4.5	6.8	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07
120	14.2	11.1	120	58	5.1	7.7	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23
140	18.2	14.3	140	66	5.7	8.6	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.4
160	22.8	17.9	160	74	6.3	9.5	935	117	6.4	54.7	14.8	1.55
180	27.9	21.9	180	82	6.9	10.4	1450	161	7.2	81.3	19.8	1.71
200	33.4	26.2	200	90	7.5	11.3	2140	214	8	117	26	1.87
220	39.5	31.1	220	98	8.1	12.2	3060	278	8.8	162	33.1	2.02
240	46.1	36.2	240	106	8.7	13.1	4250	354	9.59	221	41.7	2.2
260	53.3	41.9	260	113	9.4	14.1	5740	442	10.4	288	51	2.32
280	61	47.9	280	119	10.1	15.2	7590	542	11.1	364	61.2	2.45
300	69	54.2	300	125	10.8	16.2	9800	653	11.9	451	72.2	2.56
320	77.7	61	320	131	11.5	17.3	12510	782	12.7	555	84.7	2.67
340	86.7	68	340	137	12.2	18.3	15700	923	13.5	674	98.4	2.8
360	97	76.1	360	143	13	19.5	19610	1090	14.2	818	114	2.9
380	107	84	380	148	13.7	20.5	24010	1260	15	975	131	3.02
400	118	92.4	400	155	14.4	21.6	29210	1460	15.7	1160	149	3.13
425	132	104	425	163	15.3	23	36970	1740	16.7	1440	176	3.3
450	147	115	450	170	16.2	24.3	45850	2040	17.7	1730	203	3.43
475	163	128	475	178	17.1	25.6	56480	2380	18.6	2090	235	3.6
500	179	141	500	185	18	27	68740	2750	19.6	2480	268	3.72
550	212	166	550	200	19	30	99180	3610	21.6	3490	349	4.02
600	254	199	600	215	21.6	32.4	139000	4630	23.4	4670	434	4.3

WIDE FLANGE I - BEAMS
(H. E. B.)

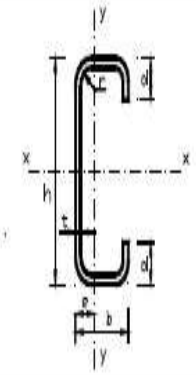
Dimensions and Properties



Sec.	Area	Weight	Dimensions (mm)						x-x			y-y		
No.	(cm^2)	(kg/m)	h	b	s	t	c	h-2c	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (cm)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)	r_y (cm)
100	26	20.4	100	100	6	10	22	56	450	89.9	4.16	167	33.5	2.53
120	34	26.7	120	120	6.5	11	23	74	864	144	5.04	318	52.9	3.06
140	43	33.7	140	140	7	12	24	92	1510	216	5.93	550	78.5	3.58
160	54.3	42.6	160	160	8	13	26	104	2490	311	6.78	889	111	4.05
180	65.3	51.2	180	180	8.5	14	29	122	3830	426	7.66	1360	151	4.57
200	78.1	61.3	200	200	9	15	33	134	5700	570	8.54	2000	200	5.07
220	91	71.5	220	220	9.5	16	34	152	8090	736	9.43	2840	258	5.59
240	106	83.2	240	240	10	17	38	164	11260	938	10.3	3920	327	6.08
260	118	93	260	260	10	17.5	41.5	177	14920	1150	11.2	5130	395	6.58
280	131	103	280	280	10.5	18	42	196	19270	1380	12.1	6590	471	7.09
300	149	117	300	300	11	19	46	208	25170	1680	13	8560	571	7.58
320	161	127	320	300	11.5	20.5	47.5	225	30820	1930	13.8	9240	616	7.57
340	171	134	340	300	12	21.5	48.5	243	36660	2160	14.6	9690	646	7.53
360	181	142	360	300	12.5	22.5	49.5	261	43190	2400	15.6	10140	676	7.49
400	198	155	400	300	13.5	24	51	298	57680	2880	17.1	10820	721	7.4
450	218	171	450	300	14	26	53	344	79890	3550	19.1	11720	781	7.33
500	239	187	500	300	14.5	28	655	390	107200	4290	21.2	12620	842	7.27
550	254	199	550	300	15	29	56	438	136700	4970	23.2	13080	872	7.17
600	270	212	600	300	15.5	30	57	486	171000	5700	25.2	13530	902	7.08
650	286	225	650	300	16	31	58	534	210600	6480	27.1	13980	932	6.99
700	306	241	700	300	17	32	59	582	256900	7340	29	14440	963	6.87
800	334	262	800	300	17.5	33	63	674	359100	9890	32.8	14900	994	6.68
900	371	291	900	300	18.5	35	65	770	494100	10980	36.5	15820	1050	6.53
1000	400	314	1000	300	19	36	66	868	644700	12890	40.1	16280	1090	6.38

COLD-FORMED C-SECTIONS WITH LIPS

Dimensions and Properties



Dimensions (mm)					Area	Weight	x-x			y-y			e
h	b	d	t	r	(cm^2)	(kg/m`)	I_x (cm^4)	S_x (cm^3)	r_x (cm)	I_y (cm^4)	S_y (cm^3)	r_y (cm)	(cm)
100	40	15	3	6	5.45	4.28	76.88	15.38	3.76	10.41	3.84	1.38	1.29
140	70	30	3	6	9.35	7.34	280.23	40.03	5.47	67.3	15.44	2.68	2.64
160	70	30	3	6	9.95	7.81	384.69	48.09	6.22	70.8	15.7	2.67	2.49
160	80	34	3	6	10.79	8.47	427.2	53.4	6.29	103.1	20.68	3.09	3.01
160	80	34	3.65	6	13.01	10.21	510.03	63.75	6.26	121.93	24.46	3.06	3.01
160	80	30	4	6	13.87	10.89	545.86	68.23	6.27	124.07	24.35	2.99	2.9
160	80	35	4	6	14.27	11.2	554.9	69.36	6.24	133.39	26.9	3.06	3.04
180	80	25	3.6	6	12.91	11.14	642.27	71.36	7.05	109.29	20.3	2.91	2.62
180	80	25	4	6	14.27	11.2	705.6	78.4	7.03	119.15	22.13	2.89	2.62
100	50	20	2	6	4.33	3.4	65.92	13.18	3.9	15.36	4.85	1.88	1.84
200	60	20	2	6	6.73	5.28	386.55	38.66	7.58	30.47	6.96	2.13	1.62
250	70	20	2	6	8.13	6.38	723.51	57.88	9.43	47.56	9.05	2.42	1.74
185	60	25	1.5	6	5	3.93	251.81	27.22	7.09	25.6	6.12	2.26	1.82
185	60	26.4	2	6	6.69	5.25	333.19	36.02	7.06	34.09	8.22	2.26	1.85
185	60	27.7	2.5	6	8.36	6.56	412.99	44.65	7.03	42.46	10.32	2.25	1.89
185	60	29.1	3	6	10.05	7.89	491.57	53.14	7	50.82	12.46	2.25	1.92
215	60	25	1.5	6	5.46	4.29	360.67	33.55	8.13	26.86	6.21	2.22	1.67
215	60	26.4	2	6	7.29	5.72	477.98	44.46	8.1	35.79	8.34	2.21	1.7
215	60	27.7	2.5	6	9.11	7.15	593.41	55.2	8.07	44.59	10.47	2.21	1.74
215	60	29.1	3	6	10.95	8.59	707.49	65.81	8.04	53.41	12.64	2.21	1.78

الجمالون الفراغي Space truss

- الجمالون الفراغي من احسن الأنظمة المستخدمة في تغطية البحور الواسعة بدون الحاجة إلى أعمدة داخليةالمبدأالأساسي للجمالون الفراغي هو ارتباط كل من المستويين العلوي والسفلي للمنشأ بواسطة وحدات متصلة فراغيا

مثل أضلاع الهرم عندما تربط مستوي قاعدته بمستوى قمته يوفر هذا النظام كفاءة عالية واستغلالا اكبر لخامات المنشأ

الوصف:

يتكون هذا النظام من وحدات مواسير مستديرة المقطع (members) تتصل ببعضها في نقط الالتقاء (joints) بمسامير تصل نقط الالتقاء العادية ثماني آو تسع مواسير بثمانية مسامير كما يمكنها آن تصل حتى اثنا عشرة ماسورة في نقطة واحدة هناك عدة متغيرات (parameter) تحددها المعايير المعمارية والإنشائية والاقتصادية للفراغ المراد تغطيته بهذا النظام وهي (span) وطول الوحدة وبالتالي قطرها وتخانتها بالنسبة للتشكيل المعماري فيقدم هذا النظام للمهندس المعماري إمكانيات لا حدود لها آو انخفاضات أو ارتفاعات آو حتى فتحات كاملة داخل

البحر الواحد ،بحور تصل إلى (60م) وكوابيل تصل إلي (20م) بالنظام العادي ،وبحور اكبر من هذا وحتى (120م)

يمكن التغلب عليها بالنظام الأسطواني ودون أي تغير في نقط الالتقاء

يمكن عمل فتحات بجميع المقاسات للإضاءة الطبيعية والتهوية

بالنسبة للإضاءة الصناعية فيمكن تثبيت وحدات الإضاءة في نقط الالتقاء العلوية وذلك حسب التصميم المعماري وذلك تمرير كابلات الإضاءة داخل مـــواسير الجمالون الفراغي نفســـها

بالنسبة لمعالجة السطح المعدني لمواسير الجمالون الفراغي فهناك أيضا عدة إمكانيات ، دهان باللاكية علي وجهين برا يمر عادي آو الجلفنة العادية أو دهان السطح المجلفن ببويات خاصة آو بالدوكو آو ببوية الفرن اليكتر وستاتيك

أي نوع من التغطية يمكن آن يثبت علي السطح العلوي للجمالون بواسطة زوايا قطاعاتها (L,Tsec)

فوائد اخري الهيكل الفراغي المعدني ثلاثي الابعاد:

-خفة الوزن

-المنظر الديكوري والتوفير الاقتصادي

-حمل الاثقال بواسطة أداء ثلاثي الابعاد

-شدة التماسك العالية

-سهولة البناء والتنصيب

-توفر وقت وتكلفة البناء

-خدمات (مثل الانارة والتكييف) تتكامل مع الهيكل المعدني الفراغي ثلاثي الابعاد

-تقدم للمصمم المعماري حرية لوضع إطار البناء وعمل التخطيط والتقسيمات للمساحة المغطاة

-خامات تمتاز بالمتانة والتحمل والصلابة والأمان، ضمان مظهر ديكوري أمن

-البناء بسيط وسريع وامن

-لا يحتاج لدهان او لحامات

استخداماته:

- تغطية مساحات كبيرة مثل:

- الاستاد الرياضي – المعارض - القاعات والمسارح - صالات المطارات - هناجر الطائرات – الورش - المخازن مراكز التسوق - صالات التدريب

مراكز الاوليمبية، المصانع، مخازن، حمامات السباحة , وهناجر الطائرات , مسارح ومعارض وقاعات المؤتمرات , المعابر والكباري الفوقية , محطات البنزين , صالات الاستقبال بالفنادق ذات السقف الزجاجي , استاندات المعرض , ملاعب التنس وكرة القدم , محطات الاتوبيسات , الأسواق

أجزاء الهيكل المعدني هي:

1- (الاعواد الاسطوانية المعدنية)

مثبت بكل عود معدني أسطواني - أجزاء مثل: راس مخروطية صغيرة - مخرج أوطرف "قلاووظ" - ورد

2- الكرة المركزية:

لتوصيل (الاعواد الاسطوانية المعدنية) بالكرة المركزية,تم عمل ثقوب بالكرة الصلبة المركزية, لتثبت بها (أطراف ومخارج) الاعواد الاسطوانية المعدنية.

حجم واعداد الثقوب على الكرة المركزية يتم اعتبارها وفقا لمتطلبات ومواصفات الهيكل المعدني الفراغي .

مداخل الثقوب تم عملها بطريقة حفرقلاووظ بارز لتضمن الاتصال الوثيق مع (الاعواد الاسطوانية المعدنية) .

3- مخارج واطراف (الاعواد الاسطوانية المعدنية)

تكون ذات شكل لولبي " القلاووظ "

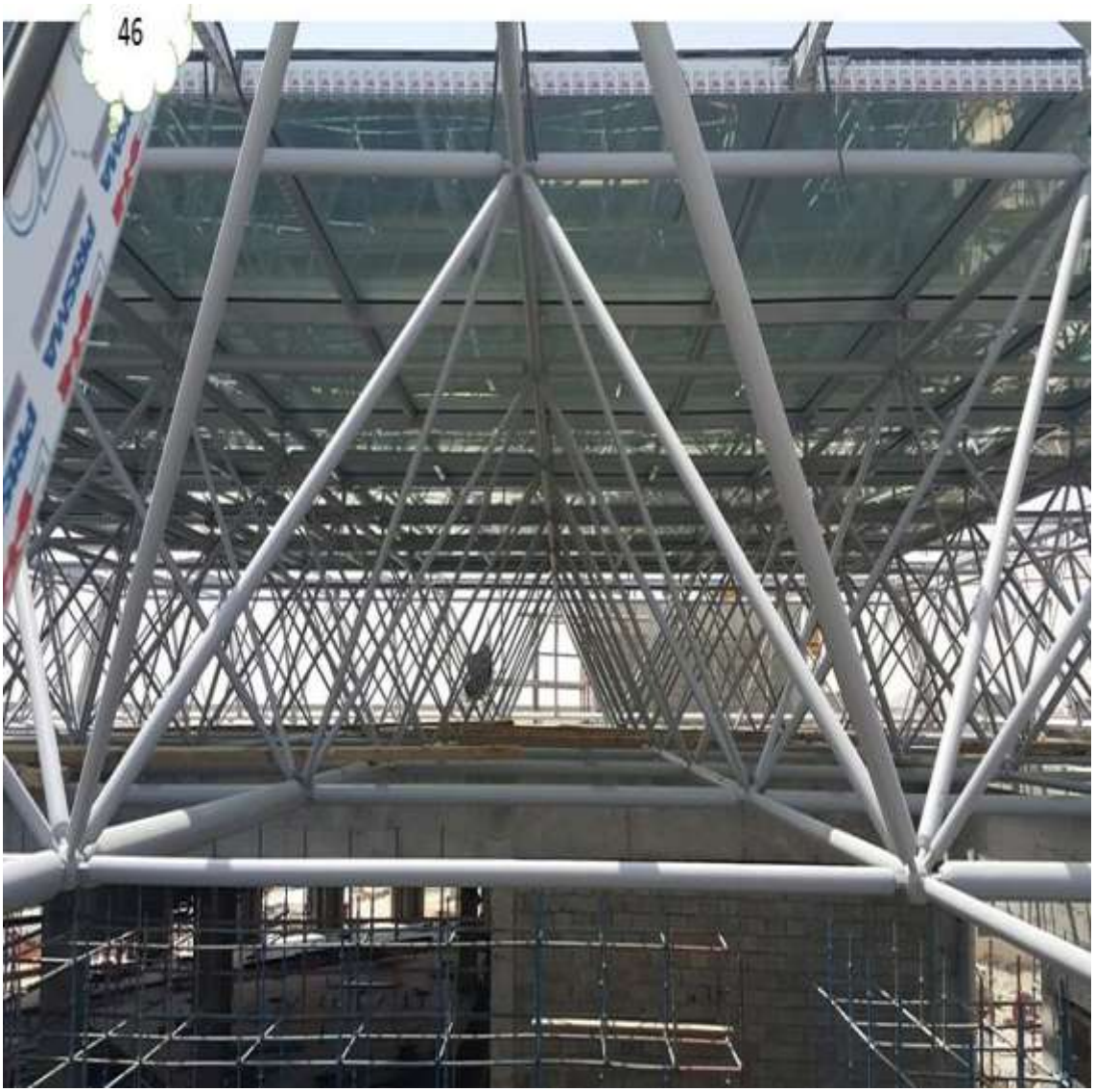
قطر مخرج أو طرف العود المعدني الاسطواني يبن 12 مم الي 56 مم

8

4- المدادات الطولية

والاعمدة والكمر تصنع من خامات حديد St-37.2

والمدادات الطولية تكون علب حديد لها شكل (I,C,U)



5- (قطاعات الدعامات المثبتة على أطراف الهيكل المعدني):

شكل وابعاد (قطاعات الدعامات المثبتة على أطراف الهيكل المعدني)

مختلفة حسب متطلبات ومواصفات الهيكل المعدني

يمكن ان تثبت في اتجاه واحد – او في اتجاهين

تصنع تلك القطاعات من خامات حديد و محتوي كيميائي رقم

St-37 او St-52

المقاومة للصدأ والتآكل:

اجزاء الهيكل تنظف من بقع صدأ أو الزيوت بواسطة الطرق الميكنة والكيميائية ثم يتم طلاءها ودهانها باستخدام :

بودرة الكتروستاتيكية، وعن طريق عملية جلفنه في حرارة عالية

التجميع:

الهيكل يتم تجميعه على الأرض ثم يتم رفعه بواسطة ونش

الهيكل يتم تجميعه في مكانه بواسطة سقالات

بعض أجزاء الهيكل تحضر على الارض وتنصب في نهاية الامر بواسطة الونش وترفع مجمعة في الهواء

2

27

40

51